第 42 卷 增刊
1999 年 8 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol.42，Suppl.
Aug.，1999

麦双尾蚜自然种群的特定时间生命表*

张润志 张 军 曹 岩
（中国科学院动物研究所，北京 100080）
邱 焯
（新疆伊犁麦类检疫工作站，伊宁 835000）

摘要 根据新疆伊犁、塔城两地小麦田调查资料，组建了麦双尾蚜 *Diuraphis noxia*（Mordvilko）自然种群特定时间生命表。由生命表分析得知，小麦早期生长发育阶段，麦双尾蚜迁移造成的种群数量损失很小，反映了麦双尾蚜在早期种群密度较低，个体对食物和空间资源的竞争压力较小。寄生性天敌在小麦田出现较晚，在两地小麦早期生长阶段，由寄生造成的种群损失也极低。整个麦类作物生长阶段，捕食天敌对麦双尾蚜种群的控制作用非常重要，是麦双尾蚜种群损失的关键因子之一。迁移造成的种群损失比寄生性天敌的还要大，说明迁移是麦双尾蚜种群自我调节的重要手段。

关键词 麦双尾蚜，自然种群，特定时间生命表

世界性麦类大害虫麦双尾蚜 *Diuraphis noxia*（Mordvilko）是新疆伊犁、塔城两地小麦的重要害虫，由于新疆麦田具有重要的自控因素，麦双尾蚜在许多年份能得到控制而不致暴发成灾[1,2]。自控因素是一类复合因素，包括一系列的农业措施、寄主植物抗性、天敌、气候、蚜虫本身的密度调节等。组建生命表是研究害虫种群变动的基本手段，通过分析生命表可以判断影响种群变动的关键因素[3]。通过生命表分析找出两地影响麦双尾蚜数量变动的关键因子，对于持续、有效治理麦双尾蚜具有重要意义。

1 材料与方法

田间调查工作于 1990 年分别在新疆塔城和伊犁地区进行。观察麦双尾蚜种群动态，每观察点取一块小麦田，整个生长季节不施用农药，其它栽培措施按常规方法进行。每 2～4 天在试验田进行 1 次“之”字形取样，每次检查 50 株小麦，记录麦双尾蚜数量、捕食性天敌数量、寄生物、蚜霉菌病害、其它蚜虫的种类和数量。

在每次抽样时，随机采回麦双尾蚜约 100 头（低峰期）或 200 头（高峰期），用于形态和年龄结构的确定。它与田间抽样植株上的蚜虫相结合，即为主样本。亚样本则需另外采集约 100 头（低峰期）或 200 头（高峰期）蚜虫，置于实验室自然变温条件下观察 1 个龄周期。

* 国家自然科学基金（批准号：39670109）、中国科学院重点项目（KS85-110-01，KZ952-S1-108）和中国科学院动物研究所所长基金资助项目
1999-02-04 收稿，1999-06-10 收修改稿

记录在该龄周期内寄生天敌和真菌病害所造成的死亡率，并鉴定羽化为寄生蜂成虫的种类、数量和性比。每隔几次主样本抽样后，在 1 次抽样间隔 1 个龄周期后，进行配对样本的抽取，样本单位和数量与主样本相同。

生命表的组建采用 Hughes 的方法[4,5]。首先按世代重叠的种群增长规律，蚜虫前三龄若蚜的个体数量（Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ）可形成一稳定的频次分布。若观察前三龄的频次分布接近于几何级数，认为达到了稳定的年龄组配，由此可计算潜在增长率：$e^{\lambda}=$（Ⅰ+Ⅱ)/(Ⅱ+Ⅲ)。计算出 e^{λ} 值后，还应检验前三龄的频数分布是否达到了几何级数。由 e^{λ} 值可以计算前三龄若蚜的期望数量：第 3 龄：$T_1=[$(Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ) $e^{\lambda}-1]/[(e^{\lambda})^3-1]$；第 2 龄：$T_2=e^{\lambda}\cdot T_1$；第 1 龄：$T_3=e^{\lambda}\cdot T_2$。用卡方适合度检验观察值（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）是否与期望值（T_1，T_2，T_3）相吻合。当 $\chi^2\geqslant 3.84$ 时，表明在 $P=0.05$ 水平上，否定龄期是稳定分布的原假设。

造成龄结构特定年龄死亡率的因素主要有四种，可以从田间样本中获得：1）寄生，将采集的 3、4 龄若蚜或成蚜放在实验室内观察 1 个龄周期后形成的僵蚜数量，计算出寄生率，寄生率（%）=（一个龄周期内的僵蚜数量/一个龄周期内潜在增加的数量）×100%。2）真菌病害，和寄生率测定方法相同。3）迁出，不管有翅蚜的结局如何，都认为是种群遭受的死亡数。迁移造成的死亡率由下式计算：迁移损失率 $=a_4[(e^{-(k-1)\lambda}-e^{-k\lambda})/(1-e^{-k\lambda})]$，其中 k 为第 4 龄有翅若蚜的发育历期比其标准周期长出的量，a_4 为第 4 龄有翅若蚜的数量，λ 由潜在增长率（e^{λ}）算出。4）捕食，由于捕食所造成的死亡率难以直接获得，它被归于“残余死亡率”类别中；同时它可能是构成残余死亡的主要部分。

2 结果与分析

2.1 麦双尾蚜种群数量损失的主要因子

伊犁、塔城两地小麦田以及在伊犁大麦和燕麦田，麦双尾蚜在其不同生理时间因捕食者、寄生物和 4 龄有翅蚜迁移造成的死亡率和损失率如图 1 所示。在塔城和伊犁的小麦田中（图 1A 和 B），麦双尾蚜在一定生理年龄时段导致其种群损失的主导因子是有翅蚜的产生和迁出，但时段很窄；捕食性天敌的影响在整个生理年龄时段内均较高，超过寄生性天敌的影响。在伊犁大麦田中（图 1C），寄生性天敌仅在麦双尾蚜较短的生理年龄时段的影响突出；在很宽的时段内，捕食性天敌均发挥重要作用；有翅蚜的产生也是麦双尾蚜种群数量损失的一个重要因素。在伊犁燕麦田中（图 1D），寄生性天敌的影响仅在较短的生理时段超过捕食性天敌，麦双尾蚜的种群数量损失主要是捕食性天敌造成的。在调查期间，几乎没有有翅蚜产生，这可能与麦双尾蚜取食燕麦不利于有翅蚜的产生有关。由于新疆大多数地区属典型大陆性气候，各地区多干旱少雨，在调查中样本内罕见因真菌病害致死的麦双尾蚜或其它麦蚜，所以真菌寄生致死因子可忽略不计。

2.2 麦双尾蚜的 Hughes 氏生命表

图 2 描述了新疆塔城和伊犁两地的小麦和燕麦田中麦双尾蚜自然种群特定时间生命表。捕食天敌所造成的蚜虫数量损失归入“残余死亡率”之中。大风、暴雨以及极度干旱造成蚜虫损失也是残余死亡率的其它可能原因。从图 2A～C 可以看出，在塔城，6 月中旬初期影响种群数量变动的主要因素是残余死亡率，其中捕食性天敌可能起了决定性的作用，因为瓢虫

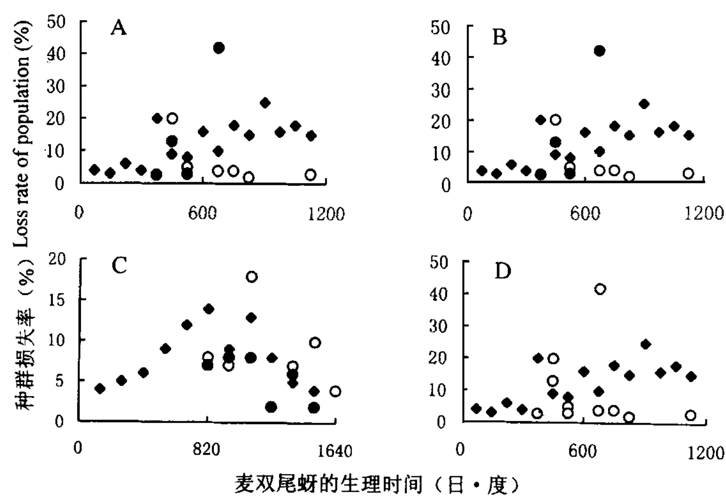


图1 捕食者、寄生者和4龄有翅蚜迁移在麦双尾蚜不同生理时间造成的种群数量损失率

Fig.1 Loss rates of Russian wheat aphid (RWA) populations at their different physiological time caused by different factors

A. 塔城小麦田（Wheat field in Tacheng）；B. 伊犁小麦田（Wheat field in Ili）；C. 伊犁大麦田（Barley field in Ili）；D. 伊犁燕麦田（Oat field in Ili）

◆ 捕食性天敌（Predators）；● 寄生物（Parasites）；○ 4龄有翅蚜迁移（Emigration of 4th instar）

类天敌等此时在麦田积累到了一定数量，特别是瓢虫幼虫可能大量捕食麦双尾蚜；6月中旬后期，除残余死亡最重要以外，迁移和寄生均造成一定的种群损失，对种群数量的消长有较重要的影响；6月下旬，造成麦双尾蚜种群数量变动的主要因素仍然为残余死亡。6月下旬伊犁小麦田中，由寄生和迁移造成的种群损失已占了很大的比例，对种群消长有很重要的影响(图2D)。在伊犁大麦田和燕麦田，7月上旬迁移和寄生所造成的种群数量损失均较小，此时捕食性天敌可能对控制麦双尾蚜种群发挥了较重要的作用。

3 讨论

对于世代完全重叠的蚜虫类，特定时间生命表方法无疑是对其自然种群动态定量化分析的一种很好方法。特定时间生命表与常规的特定年龄生命表方法有很大的不同，常规的特定年龄生命表分析方法是对一个种群从开始到结束进行系统的考察，是纵向的观察分析。特定时间生命表则是在某一特定时间上对种群动态进行横向剖析。因此在一个生长季节中，连续制作一系列特定时间生命表才能更好地反映蚜虫自然种群变化趋势。Hughes 的分析方法优点是简明直观，弱点是用龄期结构来估计潜在增长率，其受龄期结构变动的影响较大，精确度稍差。利用特定时间生命表对麦双尾蚜自然种群进行定量化分析是十分必要的，它可以清楚显示蚜虫种群增长趋势及其与各种影响因子的关系，也为建立麦双尾蚜种群动态模拟模型奠定了基础。

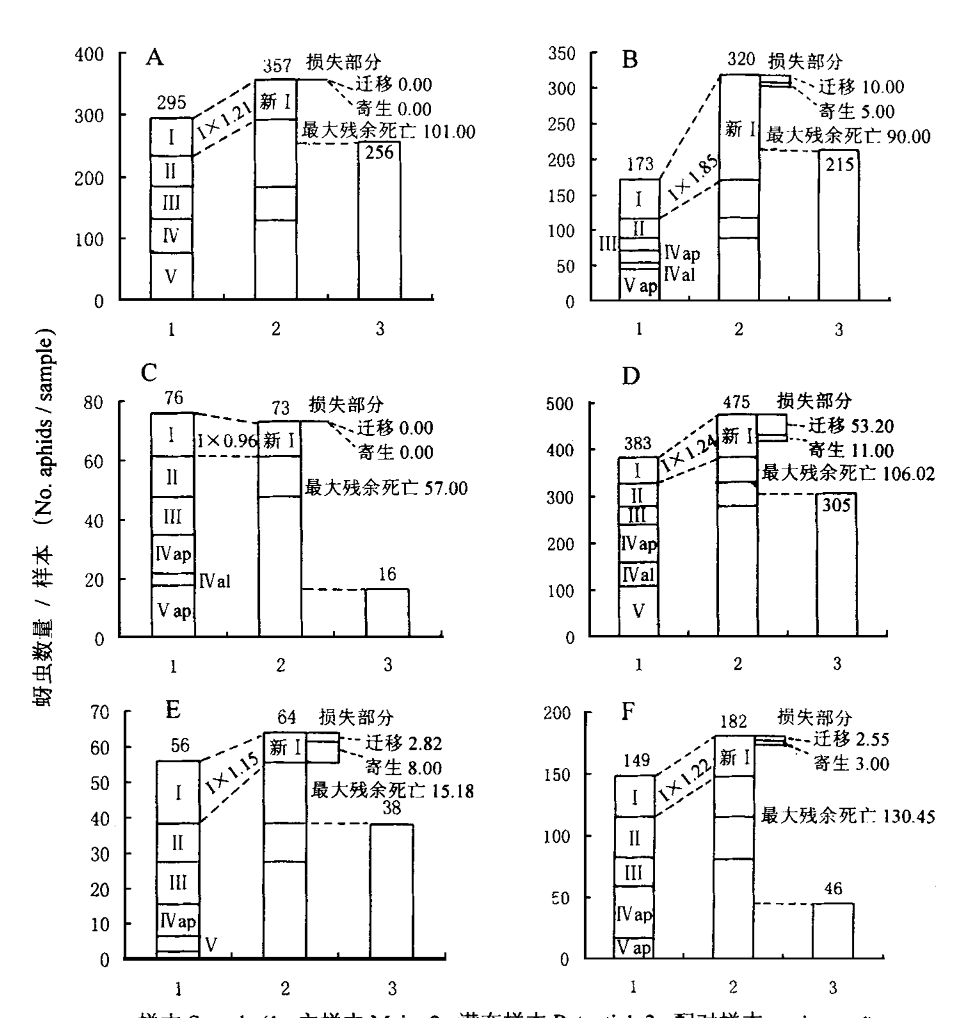


图 2　麦双尾蚜自然种群特定时间生命表

Fig.2　Time-specific life tables of RWA natural populations

A. 塔城小麦田，6 月 13～14 日 (June 13～14 in wheat field in Tacheng)；B. 塔城小麦田，6 月 19～20 日 (June 19～20 in wheat field in Tacheng)；C. 塔城小麦田，6 月 29～30 日 (June 29～30 in wheat field in Tacheng)；D. 伊犁小麦田，6 月 22～24 日 (June 22～24 in wheat field in Ili)；E. 伊犁大麦田，7 月 5～7 日 (July 5～7 in barley field in Ili)；F. 伊犁燕麦田，7 月 2～5 日 (July 2～5 in oat field in Ili)。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ分别为 1～4 龄及成蚜期 (Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳ and Ⅴ for 1～4 instars and adult respectively)；ap. 无翅蚜 (Apterous aphid)，al. 有翅蚜 (Alatae)

参 考 文 献 (References)

1 张广学，杜秉仁．警惕危险害虫麦双尾蚜在我国蔓延为害．植保参考，1989，2：21～22

2 张广学，张万玉，钟铁森. 双尾蚜属 *Diuraphis* Aizenberg 分类学研究. 系统进化动物学论文集，1991，1：121～134
3 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京：科学出版社. 1994，153～214
4 Hughes R D. A method for estimating the effects of mortality on aphid populations. J. Anim. Ecol.，1962，31：389～396
5 Hughes R D. Population dynamics of the cabbage aphid，*Brevicoryne brassicae*. J. Anim. Ecol.，1963，32：393～424

TIME-SPECIFIC LIFE TABLE OF NATURAL POPULATION OF THE RUSSIAN WHEAT APHID

Zhang Runzhi Zhang Jun Cao Yan
(Institute of Zoology，Chinese Academy of Sciences，Beijing 100080)
Qiu Zhuo
(Ili Wheat and Barley Quarantine Station，Yining 835000)

Abstract Hughes' analytical approach was used for constructing time-specific life tables of the Russian wheat aphid (RWA)，*Diuraphis noxia* (Mordvilko)，to examine effects of different factors on its population dynamics in wheat，barley and oat plots in Xinjiang Uygur Autonomous Region，China. It showed that the predatory enemies played leading role in suppressing population growth of the aphid in early season in wheat field. Both predators and parasitoids were basic factors controlling the RWA population in the middle and late season in wheat，barley and oat plots. The alatae emigration as a self-regulating factor within the population was also important when the aphid density increased to certain level.

Key words Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* (Mordvilko))，natural population，time-specific life table